



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

**NÁVRH PODZEMNÍ ČÁSTI NOSNÉ KONSTRUKCE
POZEMNÍ STAVBY**

DESIGN OF THE UNDERGROUND PART OF THE BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ondřej Šimek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. LADISLAV KLUSÁČEK, CSc.

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Ondřej Šimek
Název	Návrh podzemní části nosné konstrukce pozemní stavby
Vedoucí práce	doc. Ing. Ladislav Klusáček, CSc.
Datum zadání	30. 11. 2016
Datum odevzdání	26. 5. 2017

V Brně dne 30. 11. 2016

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Podklady:

Stavební podklady – situace, půdorysy, řezy, geologie

Platné předpisy a normy (včetně změn a oprav):

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1 až 7: Zatížení stavebních konstrukcí

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

Literatura: na základě doporučení vedoucím práce

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Pro podzemní část budovy navrhnete její nosnou konstrukci.

Provedte statické řešení a dimenzování vybrané části: část stropní konstrukce a vybrané sloupy v rozsahu určeném vedoucím práce. Statickou analýzu provedte v některém programovém systému pro výpočet konstrukcí (včetně kontroly zjednodušenou metodou).

Vypracujte výkres tvaru dimenzované části konstrukce a podrobné výkresy výztuže posuzovaných prvků.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady

P2. Výkresy tvaru a výztuže (v rozsahu určeném vedoucím práce).

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím práce)

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x)

Popisný soubor závěrečné práce (1x)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě a pro ÚBZK 1x na CD.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



doc. Ing. Ladislav Klusáček, CSc.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt:

Bakalářská práce se zabývá návrhem a posouzením železobetonové monolitické nosné konstrukce podzemních garáží pod bytovým domem, a to na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti dle ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Konkrétně je řešena konstrukce stropní desky, průvlaků, vybraného sloupu, vybrané části stěny a základového pásu pod sloupy. Ostatní části budovy projekt neřeší.

Textová část obsahuje obecné informace k návrhu konstrukce, statickou idealizaci konstrukce, typy zatížení a metodu výpočtu vnitřních sil. Přílohy obsahují statický výpočet, který doplňuje textovou část a dopodrobna řeší vybrané prvky konstrukce a výkresovou dokumentaci.

Klíčová slova:

Podzemní garáže, konstrukce, stropní deska, průvlak, sloup, stěna, základový pás, SCIA Engineer, zatížení, zatěžovací stavy, kombinace, vnitřní síly, dimenzování, ohyb, smyk, interakční diagram, mezní stav únosností, mezní stav použitelnosti, průhyb, napětí, trhлина, sedání

Abstract:

The bachelor's thesis deals with the design and assessment of reinforced concrete monolithic supporting structure of underground garages under apartment building at ultimate limit state and also at serviceability limit state, according to ČSN EN 1992-1-1: Design of concrete structures. Specifically, the design of the ceiling slab, girders, the selected column, the selected part of the wall and foundation under columns. Other parts of the building are not solved in the project.

The text part contains general information on the design of the structure, static idealization of the structure, type of load and method for calculation of inner forces. Attachments contain structural analysis, which completes the text part and solves in detail selected elements of the structure and the drawing documentation.

Keywords:

Underground garages, structure, ceiling slab, girder, column, wall, foundation, SCIA Engineer, load, loading cases, combinations, inner forces, design, bending, shear, interaction diagram, ultimate limit state, serviceability limit state, deflection, stress, crack, sitting

Bibliografická citace VŠKP:

Ondřej Šimek *Návrh podzemní části nosné konstrukce pozemní stavby*. Brno, 2017. 31 s., 163 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce doc. Ing. Ladislav Klusáček, CSc.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 10. 5. 2017



Ondřej Šimek
autor práce

Poděkování:

Rád bych tímto poděkoval panu doc. Ing. Ladislavu Klusáčkovi, CSc. za jeho odborné vedení a velmi cenné rady a připomínky při zpracování této bakalářské práce.

Dále bych chtěl poděkovat svým rodičům za jejich podporu a důvěru během celého mého studia.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

**NÁVRH PODZEMNÍ ČÁSTI NOSNÉ KONSTRUKCE
POZEMNÍ STAVBY**

DESIGN OF THE UNDERGROUND PART OF THE BUILDING

A1) TEXTOVÁ ČÁST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ondřej Šimek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. LADISLAV KLUSÁČEK, CSc.

BRNO 2017

Obsah

1	ÚVOD	11
2	POPIS OBJEKTU	11
3	POUŽITÉ MATERIÁLY	11
4	POPIS ŘEŠENÝCH ČÁSTÍ	12
4.1	STROPNÍ DESKA	12
4.2	RÁM B, E	13
4.3	RÁM C, D	15
4.4	ZÁKLADOVÝ PÁS	17
5	ZATÍŽENÍ	19
6	KOMBINACE	21
6.1	MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI (MSÚ)	21
6.2	MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI (MSP)	21
7	NÁVRH A POSUZOVÁNÍ PRVKŮ	21
7.1	STROPNÍ DESKA	21
7.2	PRŮVLAKY	22
7.3	SLOUP	23
7.4	STĚNA	23
7.5	ZÁKLADOVÝ PÁS	24
8	ZÁVĚR	25

1 ÚVOD

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout nosnou konstrukci podzemních garáží pod bytovým domem. Pro stanovení účinků od zatížení bylo použito výpočetního softwaru SCIA Engineer spolu s ověřením výsledků zjednodušenou metodou. Konstrukce byla posouzena na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti. Součástí práce je výkresová dokumentace obsahující studie bytového domu, výkres tvaru a výkresy výztuže.

2 POPIS OBJEKTU

Jedná se o bytový dům o rozloze 536,5 m² s plochou střechou, čtyřech nadzemních podlažích a jednom podzemním podlaží ve kterém se nacházejí podzemní garáže. Dům je obdélníkového tvaru.

Konstrukční systém horní stavby je celý zděný z cihel Porotherm tl. 500 mm obvodových stěn, a 300 mm vnitřních stěn. Bylo potřeba přenést všechny 4 patra horní stavby pomocí mohutných průvlaků do sloupů a krajních stěn které se nacházejí v podzemním podlaží, aby se uvolnilo místo pro garážový prostor budovy.

Geologický profil tvoří rovnoměrná vrstva písčité zeminy se štěrkovitou po celé rozloze stavby bez hladiny podzemní vody. Základové poměry byly proto uvažovány jako jednoduché.

3 POUŽITÉ MATERIÁLY

BETON C 35/45 (pro stropní desku, průvlaky, sloupy a stěny)

Charakteristická hodnota pevnosti v tlaku	$f_{ck} = 35 \text{ MPa}$
Střední hodnota pevnosti v tahu	$f_{ctm} = 3,2 \text{ MPa}$
5% kvantil charakteristické hodnoty pevnosti v tahu	$f_{ctk;0,05} = 2,2 \text{ MPa}$
Sečnový modul pružnosti betonu	$E_{cm} = 34 \text{ GPa}$
Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu	$\gamma_c = 1,5$

BETON C 30/37 (pro základy)

Charakteristická hodnota pevnosti v tlaku	$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
Střední hodnota pevnosti v tahu	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$
5% kvantil charakteristické hodnoty pevnosti v tahu	$f_{ctk;0,05} = 2,0 \text{ MPa}$
Sečnový modul pružnosti betonu	$E_{cm} = 32 \text{ GPa}$
Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu	$\gamma_c = 1,5$

Betonářská výztuž - OCEL B550B

Charakteristická hodnota meze kluzu	$f_{yk} = 550 \text{ MPa}$
Modul pružnosti	$E_s = 200 \text{ GPa}$
Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu	$\gamma_s = 1,15$

4 POPIS ŘEŠENÝCH ČÁSTÍ

Objekt je staticky idealizován do jednoduchých prutových prvků kde stropní deska je řešena jako spojitý nosník. Průvlaky se sloupy a stěnami jsou řešeny jako rámové konstrukce nezávislé na sobě. Základový pás byl řešen jednoduchou soustavou: základová půda – základ dvěma různými variantami.

Výpočet vnitřních sil byl proveden v programu SCIA Engineer a poté byla ověřena správnost vytvoření konstrukce analýzou vnitřních sil zjednodušenou metodou.

4.1 Stropní deska

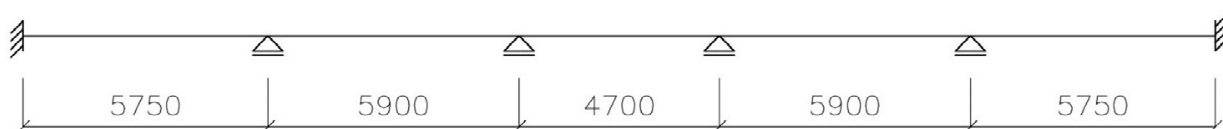
Deska je navržena jako pnutá v jednom směru podporována průvlaky a stěnami na krajích.

Konstrukce stropní desky je rozdělena do dvou výpočetních modelů. Vnitřní síly těchto modelů jsou porovnány a návrh výztuže se provede pouze pro největší vnitřní síly.

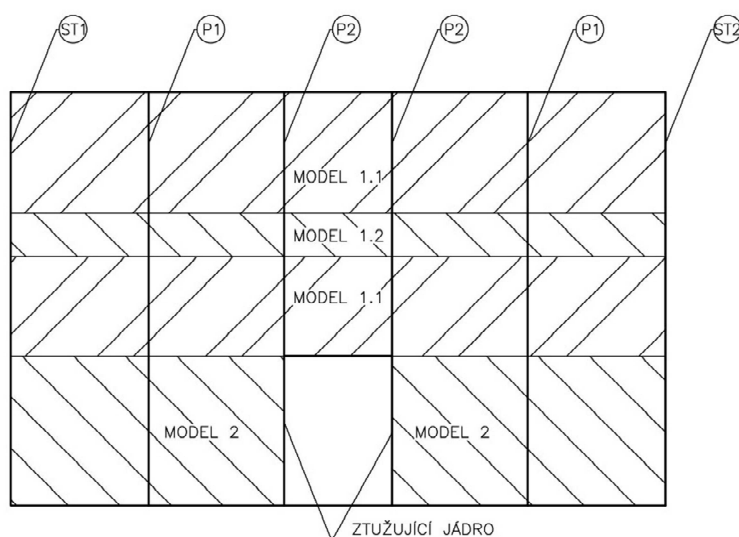
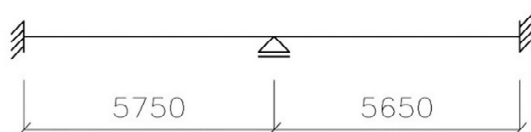
1. model je navržen jako spojitý nosník o pěti polích, který je vetknut na krajích do stěn ST1 a ST2 (vetnutí je uvažováno v líci stěny) a uvnitř podporován průvlaky P1 a P2 (kloubové podpory uvažovány v ose průvlaků). Tento model je dále rozdělen na model na model 1.1 a model 1.2. Model 1.2 bude zahrnovat zatížení mezibytovou příčkou.

2. model bude také navržen jako spojitý nosník, ale pouze o dvou polích, na jednom kraji vetknut do stěny ST1 (ST2) (vetnutí je uvažováno v líci stěny) a na druhém kraji vetknut do ztužujícího jádra budovy (vetnutí je uvažováno v líci stěny), uvnitř bude podporován průvlakem P1 (kloubová podpora uvažována v ose průvlaku).

MODEL 1

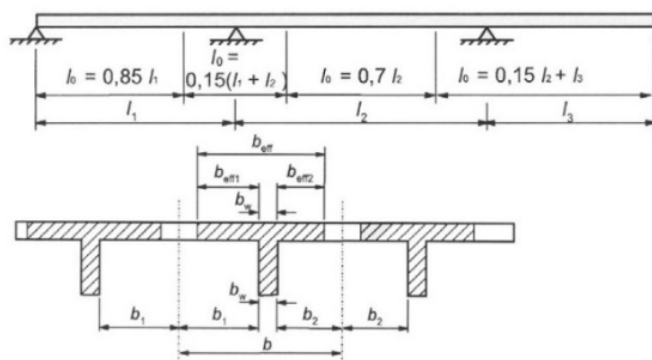
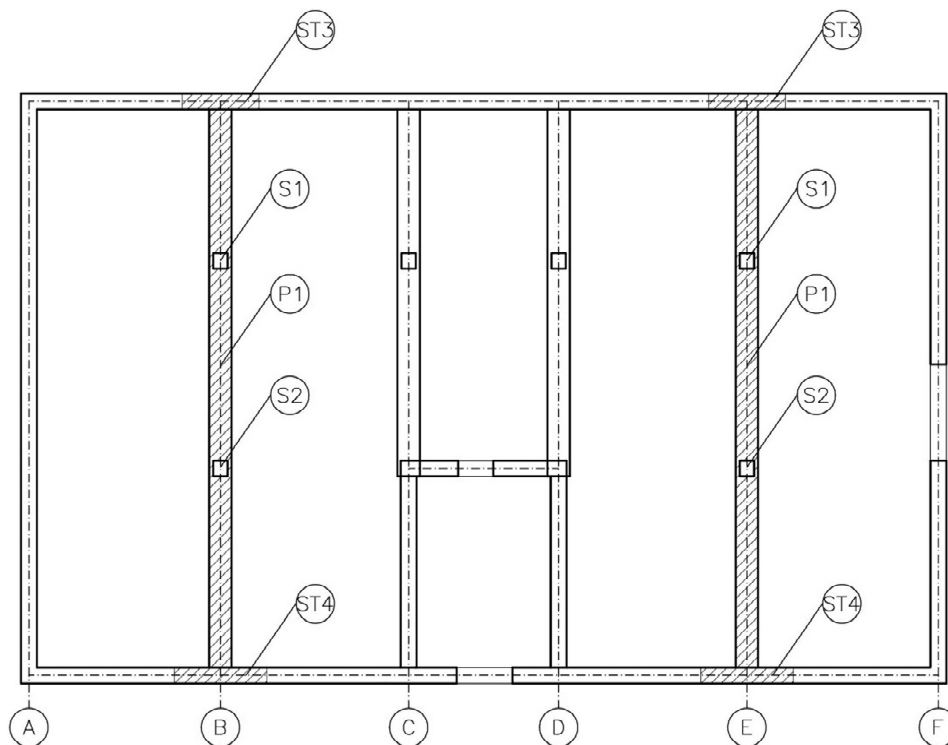


MODEL 2

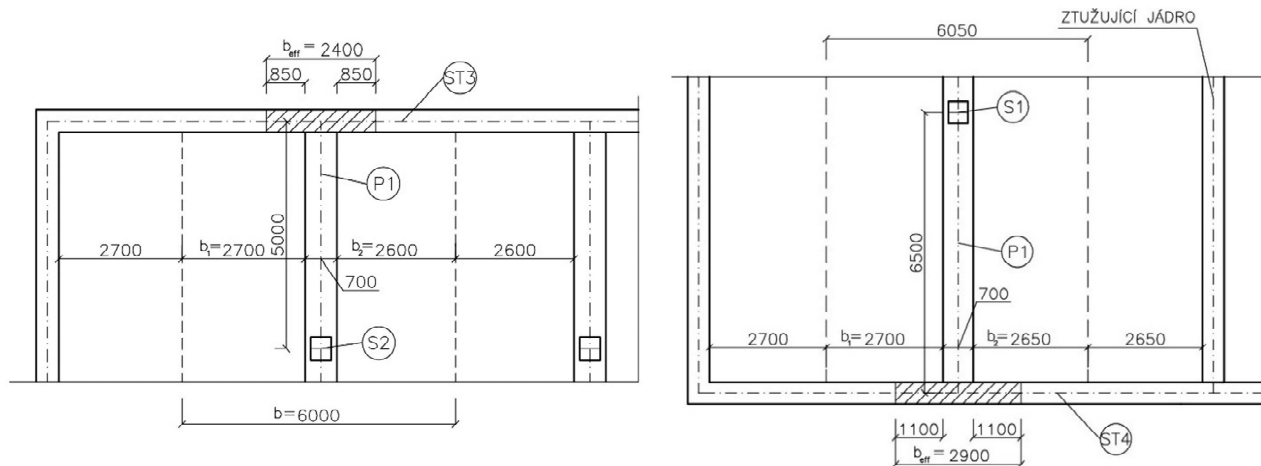


4.2 Rám B, E

Průvlak P1 bude uložen na sloupy S1, S2 a na stěny ST3, ST4. Ve styku se základy bude uvažováno vetknutí. Stěny působí v rámovém úseku svojí spolupůsobící šířkou b_{eff} . To znamená, že veškeré vnitřní síly které vzniknou na průvlaku se rovnoměrně roznesou po celé spolupůsobící šířce stěny.



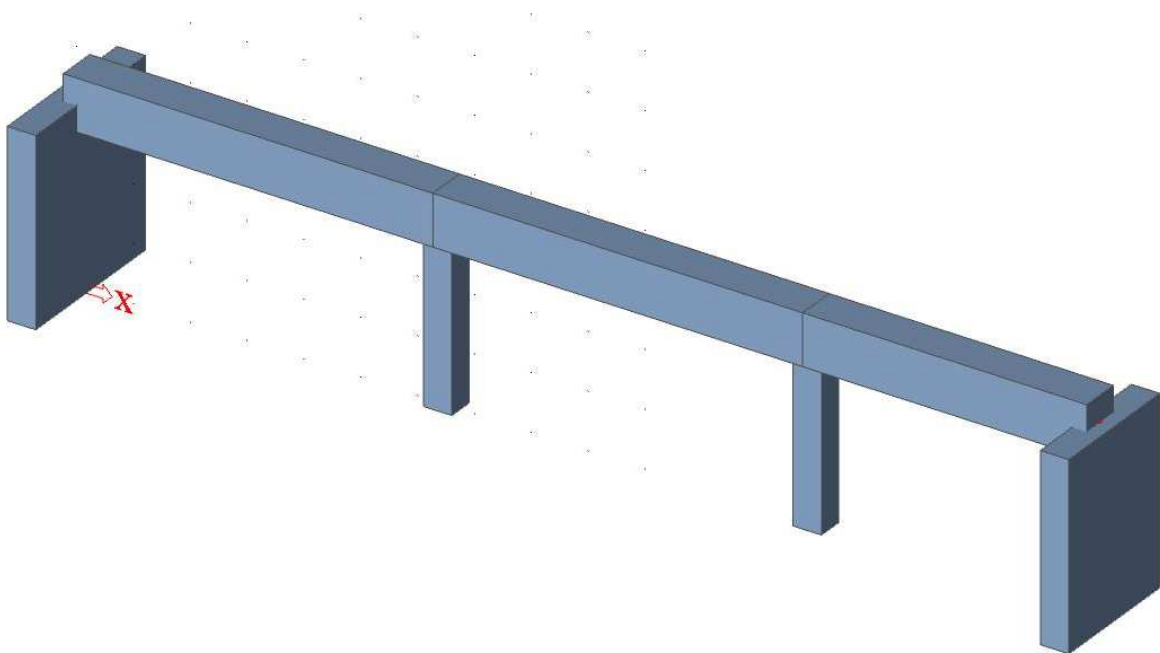
Obr. č.1: Spolupůsobící šířka [1]



MODEL:

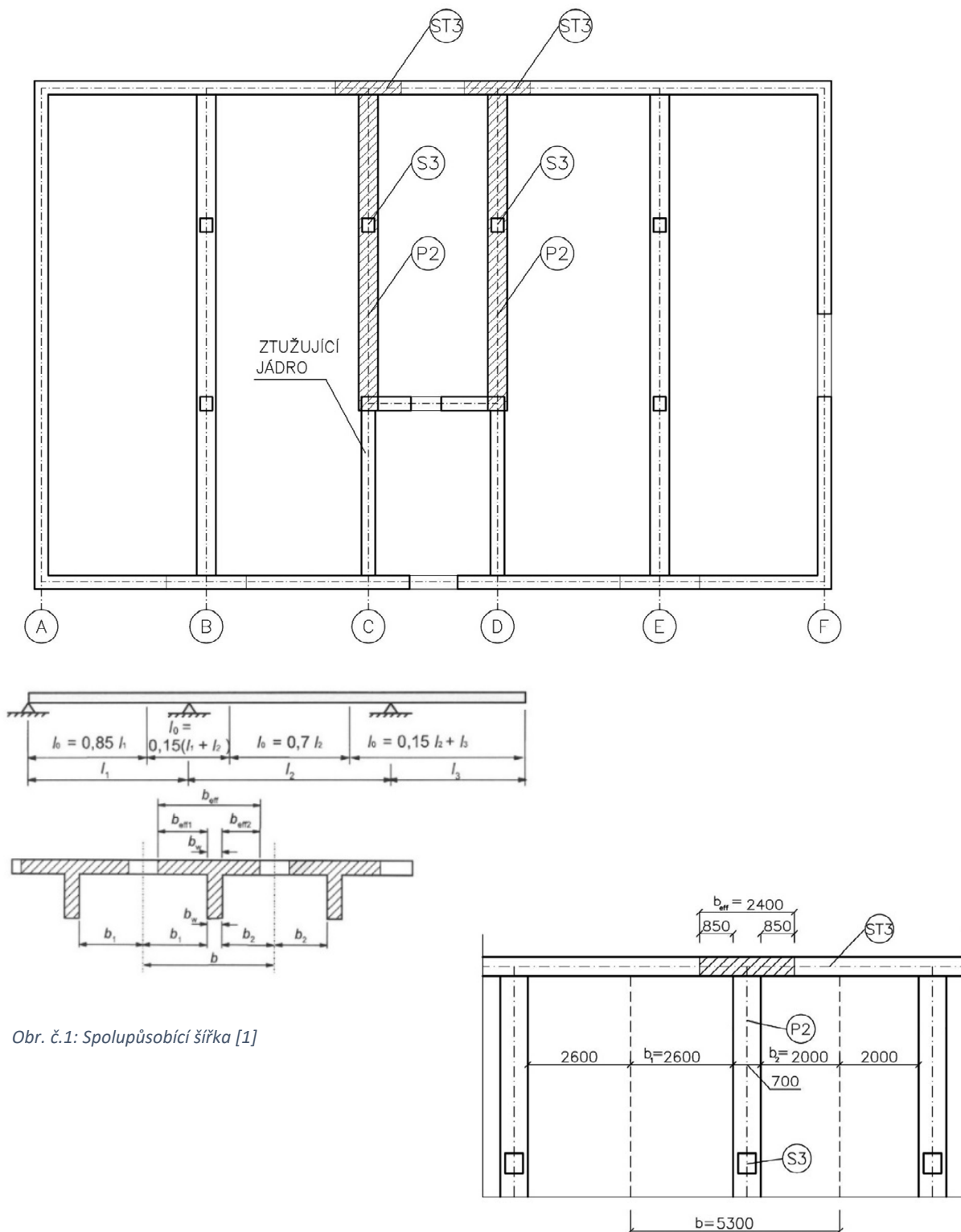


MODEL V RENDERINGU:



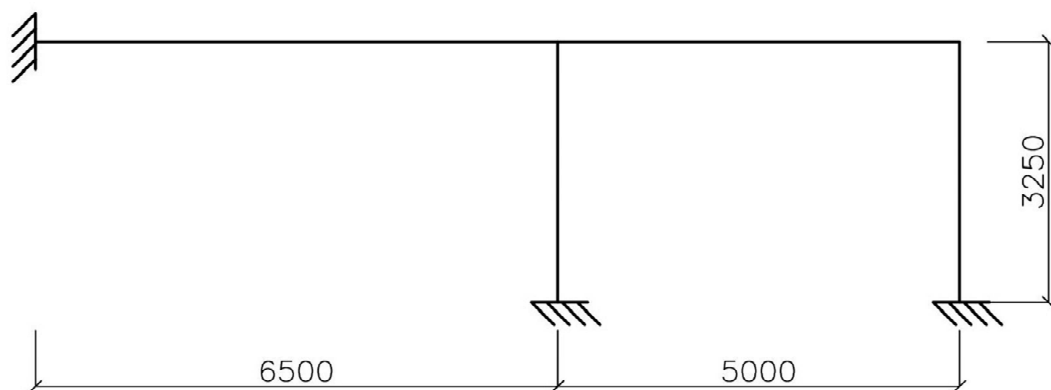
4.3 Rám C, D

Průvlak P2 je uložen na sloup S3, na stěnu ST3 a vetknut do ztužujícího jádra. Ve styku se základy je uvažováno vetknutí. I když není ztužující jádro součástí výpočtu, tak je předpoklad, že je velmi tuhé, proto je v něm uvažováno, že je do něj průvlak dokonale vetknut. Stěna v rámovém úseku působí svojí spolupůsobící šířkou b_{eff} . To znamená, že veškeré vnitřní síly které vzniknou na průvlaku se rovnoměrně roznesou po celé spolupůsobící šířce stěny.

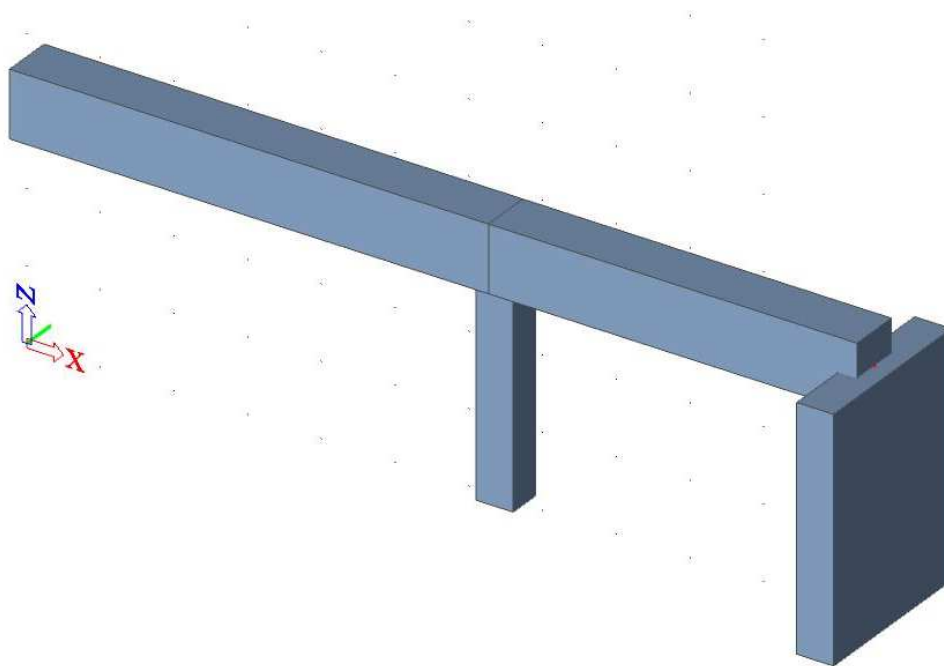


Obr. č.1: Spolupůsobící šířka [1]

MODEL:

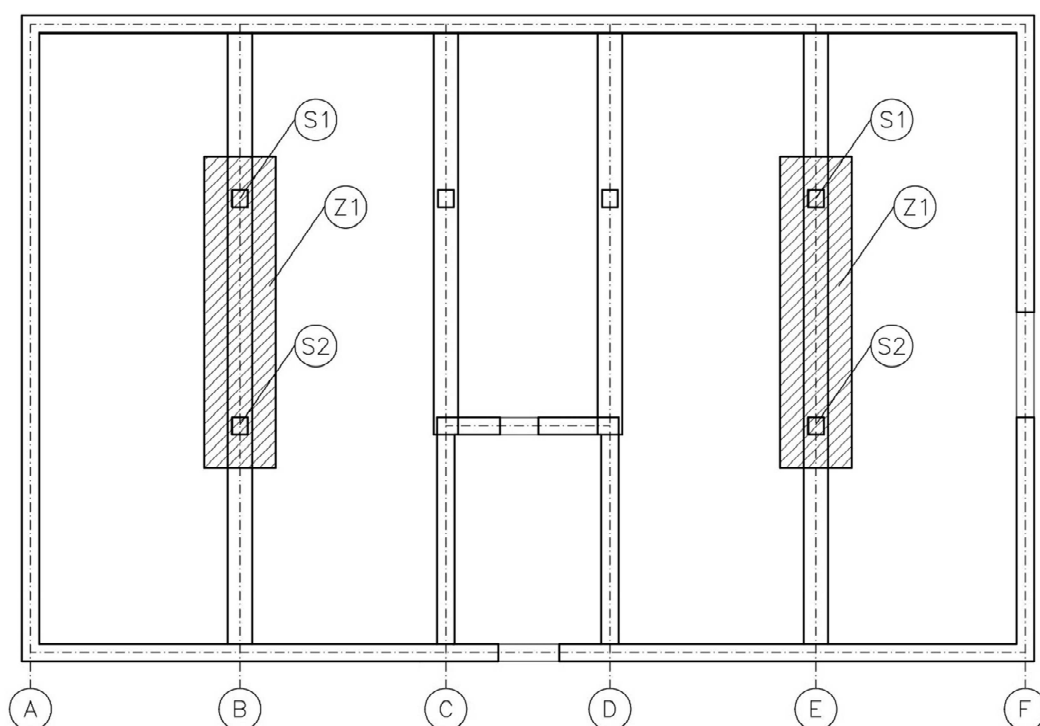


MODEL V RENDERINGU:



4.4 Základový pás

Základový pás Z1 je navržen v rámovém úseku B (E) pod sloupy S1 a S2. Pro výpočet základového pásu byly vytvořeny dva modely: model „měkká konstrukce na tuhém podloží“ a Winklerův model pružného podkladu. Pro dimenzování základu bylo na základ naneseno pouze zatížení které způsobuje ohyb, to znamená jen reakce v patě sloupů. Pro posudky únosnosti základové půdy bylo naneseno veškeré zatížení, to znamená reakce v patě sloupů, vlastní tíha základu a zatížení v garážové části budovy (stálé a proměnné).



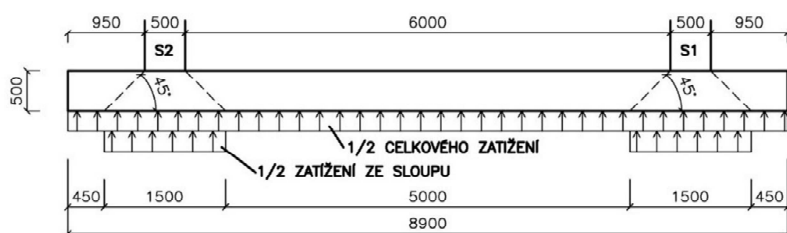
MODEL 1:

Byla spočítána přibližná poměrná tuhost rámového úseku B (E) a podle toho byl vybrán model „měkká konstrukce na tuhém podloží“ pro výpočet napětí v základové spáře a vnitřních sil v konstrukci. Vnitřní síly na tomto modelu byly vypočteny ručně.

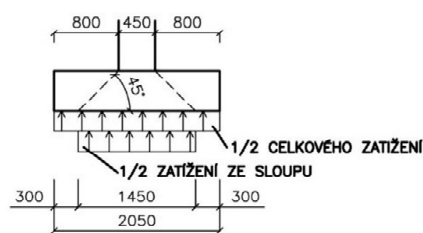
$$K_r = \frac{\sum EI}{E_{def} \cdot l_z^3} = 0,03 < 0,5$$

VÝPOČETNÍ MODEL

PODÉLNÝ ŘEZ



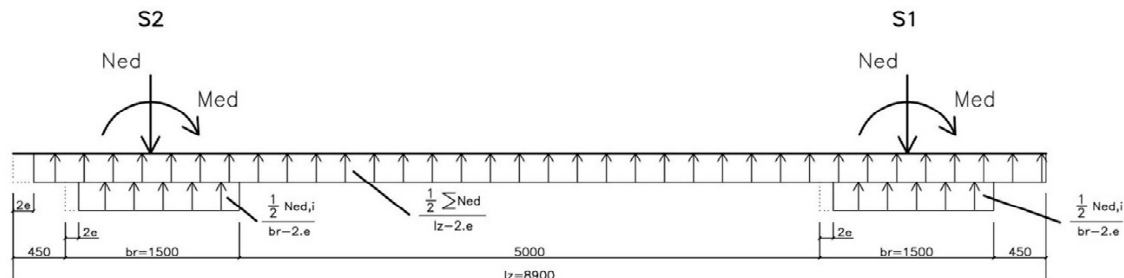
PŘÍČNÝ ŘEZ



PŮDORYS



MODEL „MĚKKÁ KONSTRUKCE NA TUHÉM PODLOŽÍ“

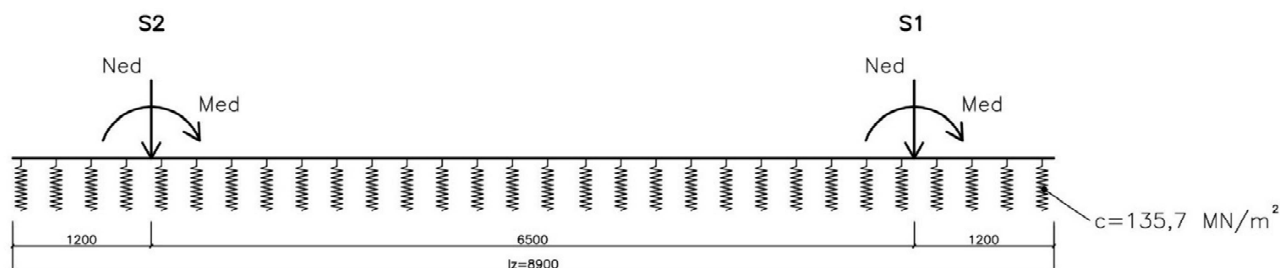


MODEL 2:

Pro přesnější výsledky vnitřních sil byl vytvořen Winklerův model pružného podkladu. Modul stlačitelnosti c [MN/m³] byl vyjádřen z přitížení základové spáry σ_{01} [kPa] a z konečného sedání základu s [m]. Tento model byl použit pro výpočet vnitřních sil v konstrukci. Vnitřní síly na tomto modelu byly vypočteny v programu SCIA Engineer.

$$c = \frac{\sigma_{01}}{s}$$

WINKLERŮV MODEL PRUŽNÉHO PODKLADU



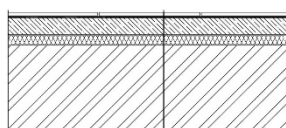
5 ZATÍŽENÍ

Pro modely byly vytvořeny zatěžovací stavy obsahující:

1) Vlastní tíha - stálé

2) Ostatní stálé zatížení - stálé

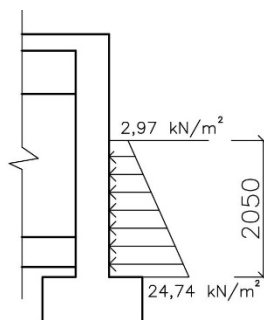
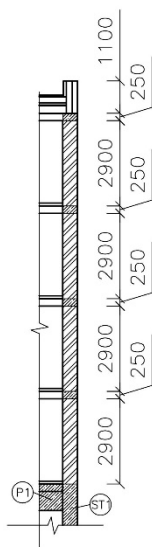
zejména podlahy, cihelné stěny horní stavby, stropy horní stavby, střešní konstrukcí a zemní tlak



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Vrstva	tl.[m]	kN/m ³	kN/m ²
1.Nášlapná vrstva – keramická dlažba	0,01	20	0,2
2.Lepicí tmel Weber set. Standart (tř. C2T)	-	-	0,04
3.Ochranná HI hmota Weber Terizol	-	-	0,03
4.Penetrační nátěr Weber Podklad A	-	-	0,0003
5.Vyrovnávací vrstva – Cementová stěrka	0,002	13	0,026
6.Roznášecí vrstva - Anhydrit	0,05	21	1,05
7.Separační PE folie	-	-	-
8.Tepelná izolace – RIGIFLOOR 4000 EPS desky	0,03	0,15	0,0045
9.Stropní konstrukce – Porotherm	0,25	12	3
10.Omítka vápenocementová	0,01	20	0,2

$$g_{p1,k} = 4,56 \text{ kN/m}^2$$

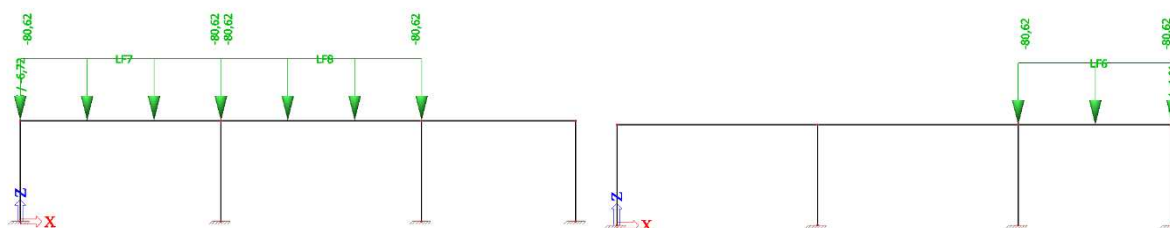


3) Užitéčné zatížení – Proměnné

Tohle zatížení bylo rozmístěno do jednotlivých zatěžovacích stavů tak, aby vyvozovalo maximální vnitřní síly jak v podporách, tak i polích.

V budově byly uvažovány 4 různá proměnná zatížení:

- | | |
|--|---------------------------------|
| 1) Běžné podlaží (Kategorie A): | $q_{1,k} = 2,0 \text{ kN/m}^2$ |
| 2) Příčky: Porotherm Profi 8 | $q_{2,k} = 1,2 \text{ kN/m}^2$ |
| 3) Střešní (Kategorie H → bude ale uvažována kategorie A): | $q_{3,k} = 0,75 \text{ kN/m}^2$ |
| 4) Garáže (Kategorie F): | $q_{4,k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$ |



4) Zatížení sněhem – Proměnné

Oblast II → $s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,8 \text{ kN/m}^2$$

$\mu = 0,8$ (plochá střecha)

$C_e = 1,0$ (normální krajina, všechny stavby okolo jsou přibližně stejně vysoké)

$C_t = 1,0$ (střecha bez větší tepelné propustnosti)

5) Zanedbané zatížení

Při výpočtu není uvažováno se zatížením větrem protože nemá na podzemní konstrukci vliv.

Zatížení rozdílnou teplotou je mezi garážovými prostory a obytnou částí budovy mále, takže je zanedbáno.

6 KOMBINACE

Pro kombinaci účinků zatížení byly použity kombinační rovnice z ČSN EN 1991-1 až 7:
Zatížení stavebních konstrukcí.

Dílčí součinitele spolehlivosti:

$$\gamma_G = 1,35 \text{ (stálé zatížení nepříznivé)}$$

$$\gamma_G = 1,0 \text{ (stálé zatížení příznivé)}$$

$$\gamma_Q = 1,5 \text{ (proměnné zatížení nepříznivé)}$$

$$\gamma_G = 0 \text{ (proměnné zatížení příznivé)}$$

6.1 Mezní stav únosnosti (MSÚ)

$$(6.10a): \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$$(6.10b): \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

6.2 Mezní stav použitelnosti (MSP)

$$(6.14b): G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad \text{Charakteristická kombinace}$$

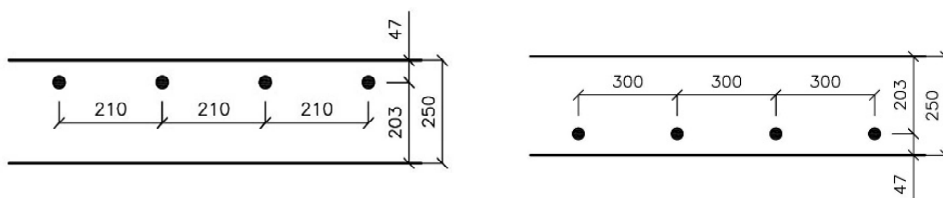
$$(6.16b): G_{k,j} + \sum \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad \text{Kvazistálá kombinace}$$

7 NÁVRH A POSUZOVÁNÍ PRVKŮ

7.1 Stropní deska

Mezní stav únosnosti:

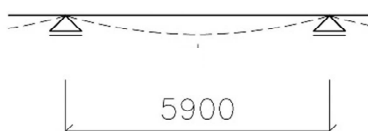
Ve stropní desce byla navržena podélná výztuž na ohybový moment, byla také ověřena smyková únosnost desky bez smykové výztuže.



Mezní stav použitelnosti:

Zde byla ověřena vymežující ohybová štíhlost desky proto, aby mohl být výpočet průhybu zanedbán.

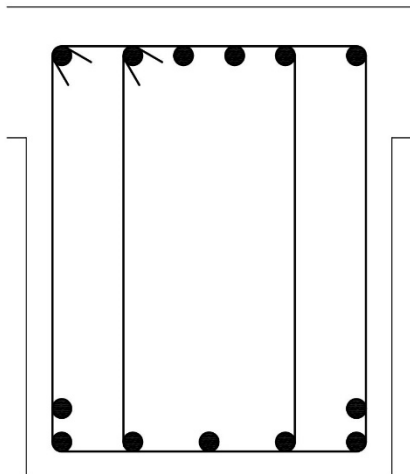
$$\frac{l}{d} \leq \lambda_d$$



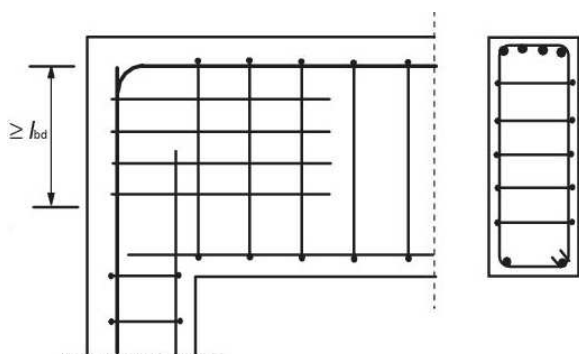
7.2 Průvlaky

Mezní stav únosnosti:

V průvlacích byla navržena podélná výztuž na ohybový moment, byla také navržena smyková výztuž ve formě 4-střížných třmínků pro zachycení posouvajících sil. V průvlaku také vzniká tlaková normálová síla od působení zemního tlaku která je zanedbána protože působí příznivě.



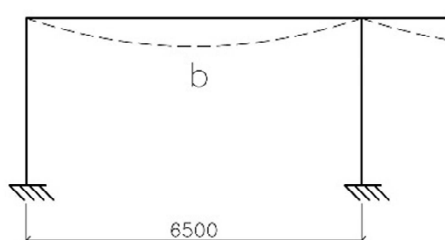
Styk průvlaku se stěnou je uvažován jako rámový roh s velmi rozdílnými průřezy, výztuž rámového rohu je vložena pouze konstrukčně, není nadimenzovaná výpočtem.



Obr. č.14: Rámový roh pro velmi rozdílné průřezy [3]

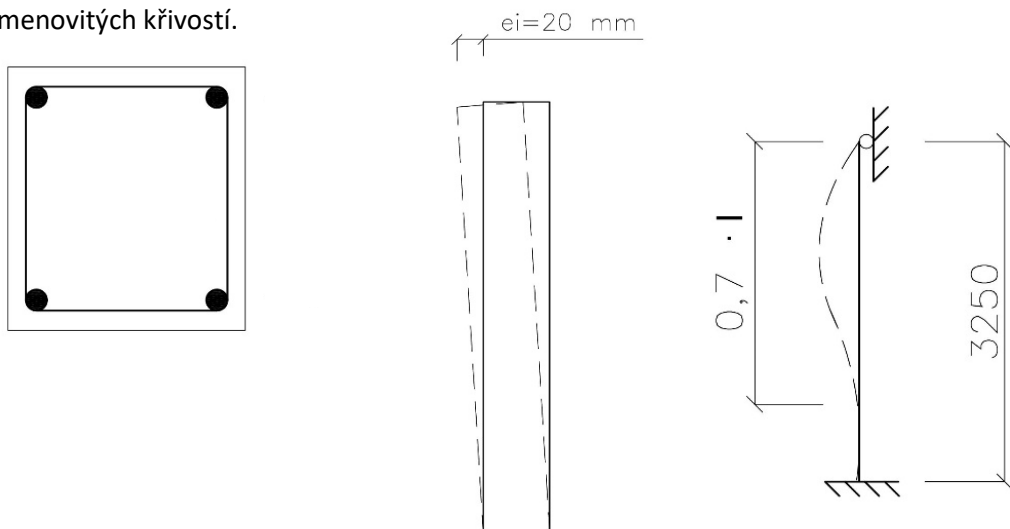
Mezní stav použitelnosti:

Byl zde vypočten podrobně průhyb nejnamáhanějšího pole spolu s výpočtem šířky trhlin a omezením napětí betonu v tlaku a výztuži v tahu.



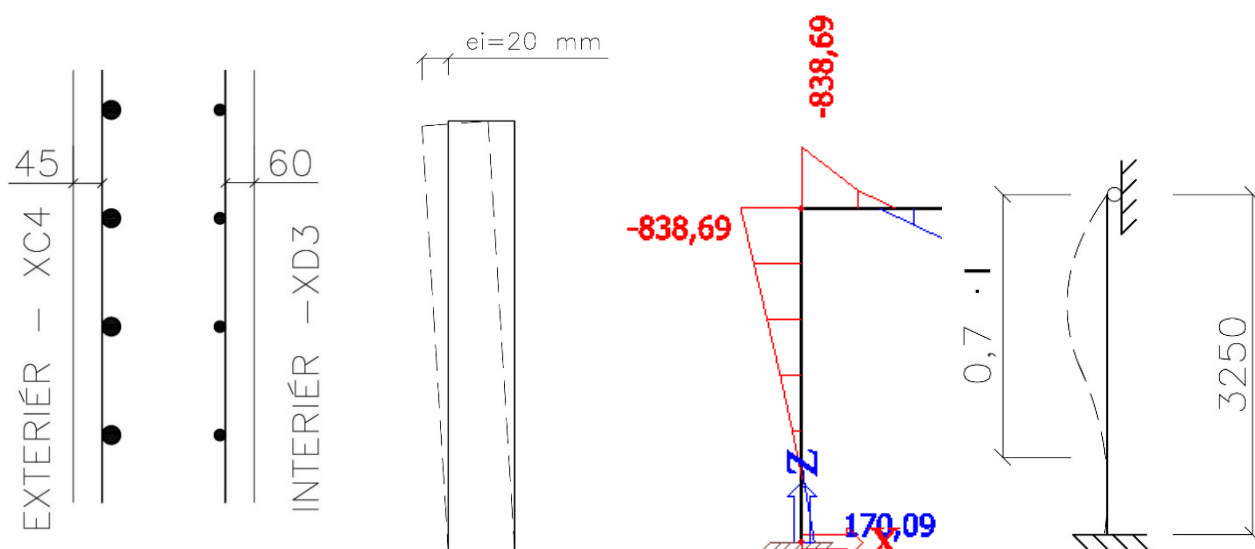
7.3 Sloup

Pro sloup byla navržena symetrická výztuž a byla ověřena únosnost zatížením kombinací normálovou silou a ohybovým momentem ve směru podélně s rámem, tak i kolmo na rám pomocí interakčního diagramu. Do sloupu byla zavedena excentricita díky imperfekci kterou předepisuje norma: $e_i = 20$ mm. U sloupu je uvažováno vetknutí v základové části ale možnost posuvu styčnicku průvlak-sloup. Bylo nutné spočítat účinky 2. řádu, to bylo provedeno metodou jmenovitých křivostí.



7.4 Stěna

Díky vysoké tuhosti spolupůsobící šířky stěny vzniká velký moment v podpoře průvlaku který se rámovým styčником přenesse do stěny a většina tahového napětí tak vzniká na exteriérové straně stěny. Proto navržena výztuž je nesymetrická. Posouzení únosnosti zatížením kombinací normálovou silou a ohybovým momentem je provedeno v podélném směru s rámem pomocí interakčního diagramu. Do stěny byla zavedena excentricita díky imperfekci kterou předepisuje norma: $e_i = 20$ mm. U stěny je uvažováno vetknutí v základové části ale možnost posuvu styčnicku průvlak-stěna. Účinky 2. řádu bylo možné zanedbat.



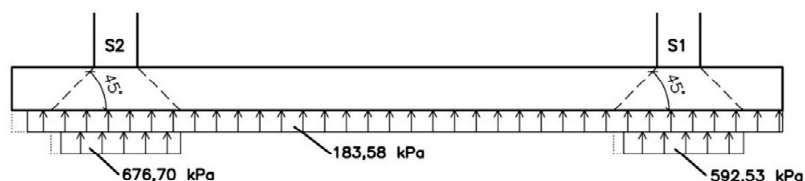
7.5 Základový pás

Mezní stavy základové půdy:

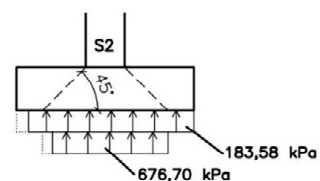
Byla ověřena únosnost základové půdy, posunutí v úrovni základové spáry a sedání základu. Pro výpočet napětí byl použit model „měkká konstrukce na tuhém podloží“

VÝPOČETNÍ MODEL

PODÉLNÝ ŘEZ

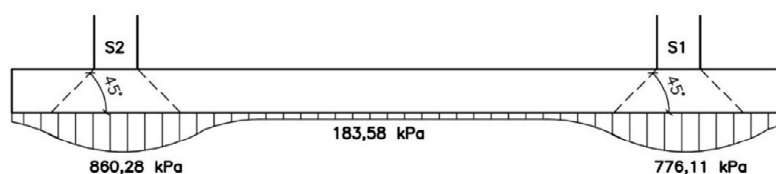


PŘÍČNÝ ŘEZ

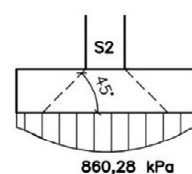


PŘÍBLIŽNÝ PRŮBĚH KONTAKTNÍHO NAPĚTÍ V Z.S.

PODÉLNÝ ŘEZ



PŘÍČNÝ ŘEZ

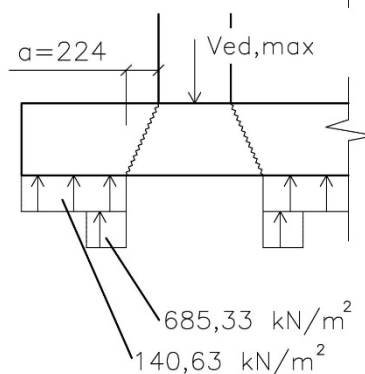
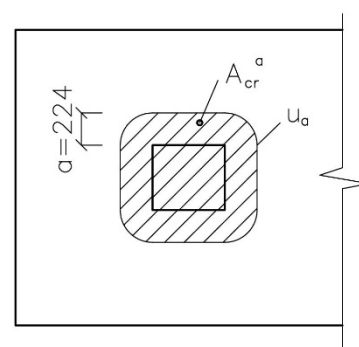
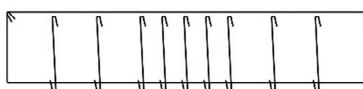
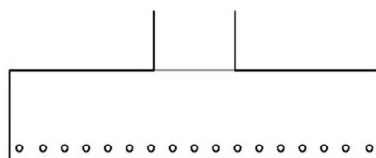
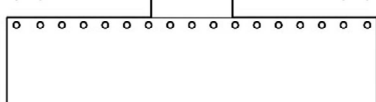


Mezní stavy základové konstrukce:

Vnitřní síly z obou modelů se porovnaly a dimenzování výztuže bylo provedeno pouze na ty největší z obou modelů.

Na ohybový moment byla navržena podélná nosná výztuž po délce pásu a příčná nosná výztuž pod sloupy. Na smyk byl navržen jeden velký třmínek který je doplněn sponami aby se zabránilo tomu že se jednotlivé spodní (horní větve) potkají ve více místech. Kolem sloupů bylo také ověřeno protlačení.

PŘÍČNÝ ŘEZ:



8 ZÁVĚR

Bakalářská práce se zabývala návrhem konstrukce podzemních garáží tvořící rámové konstrukce průvlaků, sloupů a stěn. Vybrané dílčí prvky byly navrženy a posouzeny na mezní stavy únosnosti a použitelnosti. K nadimenzovaným prvkům konstrukce byla vytvořena výkresová dokumentace – výkresy výztuže.

Seznam použitých zdrojů:

- [1] ŠTĚPÁNEK, Petr a kol.: BL01 – Prvky betonových konstrukcí – Výukové texty, příklady a pomůcky
- [2] ZICH, Miloš a kol.: Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódů, Praha: Drashofer Holding, Ltd: 2010
- [3] KLUSÁČEK, Ladislav a PANÁČEK, Josef: BL02 – Betonové konstrukce (A, K) – Výuková pomůcka
- [4] ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí, Praha: ČNI, 2004
- [5] ČSN EN 1991-1-1: Zatížení stavebních konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, Praha: ČNI, 2004
- [6] ČSN EN 1991-1-3: Zatížení stavebních konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem, Praha: ČNI, 2004
- [7] ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní stavby, Praha: ČNI, 2004, 11/2006. Oprava 1 7/2009
- [8] ZICH, Miloš a BAŽANT, Zdeněk: Plošné betonové konstrukce, nádrže a zásobníky, Brno: CERM, 2010
- [9] PROCHÁZKA, Jaroslav a kol.: Navrhování betonových konstrukcí – příručka k ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-1-2
- [10] ČÍRTEK, Ladislav: Betonové konstrukce II – Konstrukce prutové a základové, Brno: VUTIUM, 1999
- [11] HORSKÝ, Antonín a PETRÁŠEK, Ivo a ŠULISTA, Roman: Porotherm – Podklad pro navrhování

Seznam obrázků:

- Obr. č.1: Spolupůsobící šířka [1]
Obr. č.2: Mezní napětí v soudržnosti [2]
Obr. č.3: Schéma směru betonáže [2]
Obr. č.4: Redukce podporového momentu [2]
Obr. č.5: Schéma směru betonáže [2]
Obr. č.6: Určení c_d [1]
Obr. č.7: Bod 0 Interakčního diagramu [2]
Obr. č.8: Bod 1 Interakčního diagramu [2]
Obr. č.9: Bod 2 Interakčního diagramu [2]
Obr. č.10: Bod 3 Interakčního diagramu [2]
Obr. č.11: Bod 4 Interakčního diagramu [2]
Obr. č.12: Bod 5 Interakčního diagramu [2]
Obr. č.13: Bod Z Interakčního diagramu [2]
Obr. č.14: Rámový roh pro velmi rozdílné průřezy [3]

Seznam použitých zkratk a symbolů:

Písmena latinské abecedy

A	plocha průřezu
A_{cc}	plocha tlačené části betonu
A_s	plocha betonářské výztuže
$A_{s,max}$	maximální hodnota plochy betonářské výztuže
$A_{s,min}$	minimální hodnota plochy betonářské výztuže
$A_{s,prov}$	navržená plocha výztuže v extrémně namáhaném průřezu
$A_{s,req}$	staticky nutná plocha betonářské výztuže
A_{sr}	plocha rozdělovací betonářské výztuže
A_{sw}	plocha smykové betonářské výztuže
b	šířka prvku
b_w	nejmenší šířka prvku vzdorující smyku
c_s	návrhová hodnota krycí vrstvy výztuže
c_{nom}	nominální hodnota krycí vrstvy výztuže
c_{min}	minimální hodnota krycí vrstvy výztuže
c_1, c_2	rozměry sloupu
C_e	součinitel expozice

C_t	součinitel tepla
d	účinná výška průřezu
d_g	rozměr největšího zrna kameniva
d_1	poloha těžiště betonářské výztuže od taženého kraje
E	modul pružnosti materiálu
E_k	charakteristické hodnoty účinků zatížení
E_d	návrhové hodnoty účinků zatížení
E_{cm}	sečnový modul pružnosti betonu
$E_{c,eff}$	účinný modul pružnosti betonu
E_s	modul pružnosti betonářské výztuže
f_{bd}	návrhová hodnota mezního napětí soudržnosti
f_{cd}	návrhová pevnost betonu v tlaku
f_{ck}	charakteristická pevnost betonu v tlaku
f_{cm}	střední hodnota pevnosti betonu v tlaku
f_{ctd}	návrhová pevnost betonu v tahu
$f_{ctk;0,05}$	5% kvantil charakteristické pevnosti betonu v tahu
f_{ctm}	střední hodnota pevnosti betonu v tahu
F_d	návrhové hodnoty zatížení
F_k	charakteristické hodnoty zatížení
f	průhyb
f_{yd}	návrhová mez kluzu betonářské výztuže
f_{yk}	charakteristická mez kluzu betonářské výztuže
g_d	návrhové stálé zatížení plošné/liniové
g_k	charakteristické stálé zatížení plošné/liniové
h	výška prvku
I	moment setrvačnosti průřezu
l	rozpětí
l_{bd}	návrhová kotevní délka
$l_{b,min}$	minimální kotevní délka
$l_{b,rqd}$	základní kotevní délka výztuže
l_{eff}	účinné rozpětí
l_0	návrhová délka přesahu, vzpěrná délka prutu
$l_{0,min}$	minimální délka přesahu
M	ohybový moment

$M_{cr.lt}$	moment na mezi vzniku trhlin
M_{Ed}	návrhová hodnota ohybového momentu
M_{Rd}	návrhová hodnota ohybového momentu na mezi únosnosti
N	normálová síla
N_{Ed}	návrhová hodnota normálové síly
N_{Ek}	charakteristická hodnota normálové síly
q_d	návrhové proměnné zatížení plošné/liniové
q_k	charakteristické proměnné zatížení plošné/liniové
R_d	přípustné návrhové hodnoty účinků zatížení stanovených pro MSÚ
s	charakteristické zatížení sněhem, osová vzdálenost prutů betonářské výztuže, sedání
s_k	normové zatížení sněhem
s_{max}	maximální osová vzdálenost výztuže
s_{min}	minimální osová vzdálenost výztuže
t	tloušťka podpory
V	posouvající síla
V_{Ed}	návrhová hodnota posouvající síly
V_{Ek}	charakteristická hodnota posouvající síly
$V_{Rd,c}$	návrhová únosnost ve smyku prvku bez smykové výztuže
$V_{Rd,c,min}$	minimální návrhová únosnost ve smyku prvku bez smykové výztuže
$V_{Rd,max}$	maximální návrhová únosnost ve smyku prvku se smykovou výztuží
$V_{Rd,s}$	návrhová únosnost ve smyku prvku se smykovou výztuže
w	šířka trhliny
x	poloha neutrální osy
z	rameno vnitřních sil

Písmena řecké abecedy

α_{ct}	součinitel zohledňující dlouhodobé účinky na pevnost v tahu a nepříznivé účinky vyplývající ze způsobu zatížení
α_{cw}	součinitel zohledňující stav napětí v tlaceném pásu
α_1	součinitel vyjadřující vliv tvaru prutu
α_2	součinitel vyjadřující vliv minimální betonové krycí vrstvy
α_3	součinitel vyjadřující vliv ovinutí příčnou výztuží
α_4	součinitel vyjadřující vliv přivařených prutů
α_5	součinitel vyjadřující vliv tlaku kolmému na rovinu odštěpování betonu

α_6	součinitel návrhové délky přesahu
β	deformační úhel
γ	objemová tíha
γ_c	dílčí součinitel betonu
γ_F	dílčí součinitel zatížení
γ_G	dílčí součinitel stálého zatížení
γ_M	dílčí součinitel materiálu
γ_Q	dílčí součinitel proměnného zatížení
γ_s	dílčí součinitel betonářské výztuže
Δc_{dev}	návrhový přídavek krytí
ε_{ca}	účinky autogenního smršťování betonu
ε_{cd}	účinky vysychání betonu
ε_{cs}	hodnota poměrného smršťování betonu
ε_{c3}	mezni poměrné přetvoření rovnoměrně tlačенého betonového průřezu
ε_{cu3}	mezni přetvoření betonu dle MSÚ
ε_s	poměrné přetvoření betonářské výztuže
ε_t	mezni přetvoření betonářské výztuže
ε_{yd}	přetvoření betonářské výztuže na mezi kluzu
η_1	součinitel závislý na kvalitě podmínek soudržnosti
η_2	součinitel závislý na průměru prutu
θ	sklon tlačенé diagonály
λ	součinitel, ohybová štíhlost
λ_d	vymezující ohybová štíhlost
λ_{lim}	mezni štíhlost
μ	součinitel tvaru střechy
ν	redukční součinitel pevnosti betonu při porušení smykem
ρ_w	geometrický stupeň smykového vyztužení
$\rho_{w,min}$	minimální geometrický stupeň smykového vyztužení
σ_c	napětí betonu v tlaku
σ_s	napětí v prutu betonářské výztuže
σ_{sd}	návrhové napětí v prutu v místě, od kterého se měří kotevní délka
ϕ	průměr prutu betonářské výztuže
ψ	kombinační součinitel
ω	mechanický stupeň vyztužení

Seznam příloh:

P1) POUŽITÉ PODKLADY

P1-01 Výkresy studie	1:100	A1
P1-02 Schéma geologického profilu	-	A4

P2) VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

P2-01 Výkres tvaru	1:100	A2
P2-02 Výkres výztuže desky D1	1:50	A0
P2-03 Výkres výztuže průvlaku P1	1:25	A0
P2-04 Rozdělení materiálu průvlaku P1	1:25	A1
P2-05 Výkres výztuže průvlaku P2	1:25	A0
P2-06 Rozdělení materiálu průvlaku P2	1:25	A1
P2-07 Výkres výztuže sloupu S2	1:25	A2
P2-08 Výkres výztuže části stěny ST4	1:25	A2
P2-09 Výkres výztuže základového pásu Z1	1:25	A1

P3) STATICKÝ VÝPOČET

P4) PŘÍLOHY KE STATICKÉMU VÝPOČTU